

KEÇİ SÜTÜNÜN FARKLI YÖNTEMLERLE MUHAFAZASI

KEEPING GOAT MILK QUALITY BY VARIOUS METHODS

Asuman GÜRSEL, Ebru BOZBAY

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü 06110 - Dışkapı / ANKARA

ÖZET: Bu araştırmada soğutmanın, hidrojen peroksit kullanımının ve laktoperoksidaz sistemi aktivasyonunun keçi sütü kalitesinin korunmasındaki etkinlikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu amaçla, çiğ keçi sütü 15 saat süreyle (i) 4 ± 1 °C'de, (ii) 100 ve 400 ppm H_2O_2 ilavesiyle 20 ± 1 °C ve 35 ± 1 °C'de ve (iii) 20:20 ve 60:60 ppm SCN⁻: H_2O_2 ilavesiyle 20 ± 1 °C ve 35 ± 1 °C'de depolanmıştır. Bu süre içerisinde sütlerden 3'er saat ara ile örnek alınarak kalıntı tiyosiyanat içeriği, titrasyon asitliği, resazürin indeksi, peynir mayası ile pıhtılaşma süresi ve starter kültür aktivitesi saptanmıştır. Keçi sütünün niteliklerini yitirmeden 20°C'de 15 saat süreyle korunabilmesinde 100 ppm H_2O_2 veya 20:20 ppm SCN⁻: H_2O_2 ilavesinin soğutmaya alternatif olabileceği görülmüştür. Muhafaza sıcaklığı 35°C'ye çıkarıldığında hidrojen peroksit LP sisteminden daha etkili bir koruma sağlamıştır. Hidrojen peroksit kullanımını sütün peynir mayası ile pıhtılaşma süresinde LP sistemine göre önemli derecede uzamaya yol açmış, starter kültür aktivitesini sağlamıştır. Sütün soğutulması peynir mayası ile pıhtılaşma süresinde LP sistemine göre önemli bir uzama yaratırken, starter kültür aktivitesi üzerinde LP sisteminden daha az etkili olmuştur.

ABSTRACT: In the present research, efficiency of hydrogen peroxide and the LP system as a preservative for raw goat milk was studied comparatively with refrigeration. Raw milk was kept for 15h at (i) 4 ± 1 °C, (ii) 20°C with the addition of 100 ppm H_2O_2 and 20:20 ppm SCN⁻: H_2O_2 , and at (iii) 35°C with the addition of 400 ppm H_2O_2 and 60:60 ppm SCN⁻: H_2O_2 . Residual thiocyanate, titratable acidity, resazurin index, rennet coagulation time and starter culture activity were determined at 3-h intervals in milk samples during the storage. Addition of 100 ppm H_2O_2 or 20:20 ppm SCN⁻: H_2O_2 to milk at 20°C was shown to be alternative methods of preservation for 15h to refrigerated storage without causing any deleterious effects on quality of milk. Hydrogen peroxide was found to be more effective by an increase in storage temperature to 35°C than the LP system activation. Increasing concentrations of hydrogen peroxide resulted in a significant prolongation on rennet clotting time, and a reduction in starter culture activity. Rennet coagulation time of milk prolonged more with the milk sample stored at refrigeration temperature than that of the milk preserved with LP system activation. Effect of refrigerated storage on starter culture activity was less than the effect of LP system.

Giriş

Ülkemizde sütün üretimi, toplanması ve işletmelere nakli konularında mevcut olan sorunların henüz yeterince çözümlenmemiş olması, çiğ süt kalitesinin korunmasında da sıkıntı yaratmaktadır. Keçi sütündekinden üretim, sağım ve depolama koşulları gözönüne alındığında doğal niteliklerini korumanın inek sütündekinden daha güç olduğu anlaşılmaktadır. Keçi ile inek arasındaki süt verimi, laktasyon dönemi, sütün sağımı, depolanması ve toplama sistemi bakımından mevcut olan farklılıklar iki tür sütünün kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özelliklerinde de değişimler yaratmakta ve bu değişimler sütün teknolojik özellikleri ile elde edilen ürünlerin kalitesine de yansımaktadır (MANFREDINI ve MASSARI 1989, AGNIHOTRI ve PRASAD 1993). Çiğ süt kalitesi en etkili şekilde soğukta muhafaza yoluyla korunabilmektedir. Sütü soğukta muhafaza olanaklarının bulunmadığı ya da yetersiz olduğu durumlarda, koruyucu etkisi 1880'li yıllardan beri bilinen hidrojen peroksitten veya laktoperoksidaz-tiyosiyanat-hidrojen peroksit (LP) sisteminden yararlanılması önerilmektedir. (ANONYMOUS 1958, IDF 1988). Hidrojen peroksitin en önemli özellikleri, süt içerisinde herhangi bir toksik etki yaratmaması, katalaz enzimiyle kolayca ve kısa sürede parçalanıp su ve serbest oksijene ayrılması ve oluşan oksijenin aktif durumda bulunmamasıdır (LÜCK 1956). LP sistemi ise sütün endojen antibakteriyel bir sistemidir. Sistemi oluşturan bileşenlerden laktoperoksidaz sütte doğal olarak bulunan bir enzimdir. Sistemi aktifleştirmek üzere süte dışardan ilave edilen hidrojen peroksit ilk 15 dakika içinde parçalandığından sütte kalıntı oluşturmamaktadır (IDF 1988). Tiyosiyanat iyonu vücut salgılarında da bulunan (DENSEN ve ark. 1967; IDF'den 1988. RUDEL ve ark. 1977; BJÖRCK ve ark'dan 1979) bir madde olup, fizyolojik sınırlar arasında değişim gösterdiği takdirde sağlığa zararlı bir etki yaratmamaktadır. Her iki sistem de mikroorganizmalar üzerinde bakterisit ve bakteriyostatik bir etki göstermektedir (SEAMAN 1963, REITER ve HÄRNULV 1984, BJÖRCK 1987).

Toplam süt üretimimiz içindeki payı düşük olmakla birlikte (ANONYMOUS 1997), keçi sütünden üretilen ürünlerin değeri anlaşıldıkça bu süte duyulan ilginin artacağı şüphesizdir. Ancak, yukarıda da değinildiği gibi modern teknolojik koşullarda değerlendirilmesinin gereklerinden birisi kalitesinin korunmasıdır. Bu araştırmada sağımı takiben bakterisit fazı uzatmak amacıyla soğutmanın ve soğutmaya alternatif olmak üzere hidrojen peroksit ilavesi ve LP sistemi aktivasyonunun keçi sütü kalitesinin korunmasındaki etkinlikleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırma materyalini oluşturan keçi sütü Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Hayvancılık işletmesinde yetiştirilmekte olan Ak keçi ırkından sağlanmıştır. Sütler sabah sağımından alınmıştır. Sütün gerek hidrojen peroksitle ve gerekse LP-sistemi aktivasyonu ile korunmasında konsantrasyonu % 30 olan hidrojen peroksitten (Merck, Darmstadt/Germany) taze olarak hazırlanan % 1'lik çözeltisi kullanılmıştır. LP-sistemi aktivasyonu için amonyum tiyosiyanatın (Merck, Darmstadt/Germany) % 0.5 konsantrasyonunda hazırlanan çözeltisinden yararlanılmıştır. Süt örneklerinin peynir mayası ile pıhtılaşma sürelerinin tayininde 1/6000 kuvvetinde "Mayasan Pınar" marka sıvı peynir mayasından yararlanılmıştır. Starter kültür aktivitesinin belirlenmesinde termofilik laktik kültür (Yo-Flex YC 350/Chr. Hansen's Lab., Copenhagen/Denmark) kullanılmıştır.

Metot

Süte uygulanan işlemler : Keçi sütüne katılan hidrojen peroksit ile SCN: H₂O₂ konsantrasyonlarının belirlenmesinde sütün üretim alanlarından işleme merkezlerine nakli için geçen süre ve ısı stabilitesi esas alınmıştır. Türkiye'de süt üretim alanlarının dağınık olmasına bağlı olarak, sütün üretim alanlarından işleme merkezlerine nakli en az 6-7 saatte gerçekleştirilmekle birlikte, koruma yöntemlerinin etkisini daha belirgin olarak ortaya koyabilmek amacıyla bekletme süresi 15 saate kadar uzatılmıştır. Sütün ısı stabilitesinin belirlenmesinde asitliği laktik asit cinsinden ortalama % 0.148 (6.5°SH) olan keçi sütünden farklı asitliklerde örnekler hazırlanmış ve bunlara su banyosunda 90°C'de 15 dakika süreyle ısı işlem uygulanmıştır. Bu normun seçiminde sütün özellikle yoğurda işlenebileceği varsayımından hareket edilmiştir. Isıtma sonucu gözle görülebilir pıhtı oluşumu asitliği laktik asit cinsinden ortalama % 0.18 (8°SH) olan örnekte meydana gelmiş, ancak sütün ürünlere işlenmesi sırasında güvenli çalışma olanağı sağlanması bakımından % 0.168 laktik asit (7.5°SH) değeri asitliğin en üst sınırı olarak kabul edilmiştir. Buna göre, sütün en az 6, en fazla 15 saat içerisinde işleme merkezlerine ulaştırılacağı düşünüldükçe asitlik düzeyini yüksek muhafaza sıcaklığında (35°C) en üst sınırdaki tutabilecek konsantrasyonlar saptanmaya çalışılmıştır. Üç kez tekrarlanan ön denemelerde 100 ppm H₂O₂ ile 20:20 ppm SCN: H₂O₂ konsantrasyonları en düşük, 400 ppm H₂O₂ ile 60:60 ppm SCN: H₂O₂ konsantrasyonları en yüksek düzeyler olarak seçilmiştir. Sağımdan hemen sonra laboratuvara getirilerek üç eşit kısma ayrılan sütlerin sıcaklıkları 4±1°C, 20±1°C ve 35±1°C'ye getirilmiştir. Sıcaklığı 4±1°C olan birinci kısım süt örneği 15 saat süreyle soğukta muhafaza için buzdolabına yerleştirilmiştir. Sıcaklığı 20±1 °C'ye ayarlanan süt kendi içinde 5 bölüme ayrılmış ve ilk bölüm kontrol örneğini oluşturmuştur. Diğer bölümlere ise sırasıyla 100 ppm H₂O₂, 400 ppm H₂O₂, 20:20 ppm SCN: H₂O₂, 60:60 ppm SCN: H₂O₂ katılmıştır. Süt örnekleri derhal sıcaklığı 20±1°C'ye ayarlı etüve yerleştirilmiştir. Sıcaklığı 25±1°C'ye getirilen üçüncü kısım süt örneğine de aynı işlemler uygulanmıştır. Tüm süt örnekleri 15 saatlik bekletme süresi içerisinde 3'er saat ara ile analize alınmıştır.

Süte yapılan analizler: Sütün doğal ve kalıntı tiyosiyanat içerikleri spektrofotometrik yöntemle (IDF 1988), titrasyon asitliği Soxhlet-Henkel yöntemiyle (TSE 1981) saptanmıştır. Resazurin indirgeme testi TS 1018 sayılı standartta (TSE 1981) belirtildiği şekilde yapılmış, süt örnekleri 37°C'de 10 dakika ve 1 saatlik inkübasyon süresi bitiminde değerlendirmeye alınmıştır. Peynir mayası ile pıhtılaşma süresinin belirlenmesinde BJÖRCK (1987) tarafından uygulanan yöntem kullanılmış, starter kültür aktivitesi RASIC ve KURMANN

(1978)'a göre saptanmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme tertibinde 2 tekerrürlü olarak düzenlenmiş (DÜZGÜNEŞ ve ark. 1983), sonuçların istatistiksel değerlendirmesinde Minitab 7.1 programının 2(ANNOVA) komutu kullanılmıştır (RYAN ve ark. 1985). Ortalamalar arasındaki farklılığı ortaya koymak için MStat paket programındaki Duncan testinden yararlanılmıştır. Ortalamalar arası farklılığın önem derecesi % 0.01 düzeyinde belirtilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Keçi sütünün muamelelere başlamadan önceki doğal tiyosiyanat içeriği 10.7 ppm olarak saptanmıştır. Aynı ırkın sütlerinin LP-sistemi aktivasyonu ile korunması üzerinde çalışan SAVCI (1991) ile GÜRSEL ve ark. (1996) ise sırasıyla 22.02 ppm ve 5.94 ppm düzeyinde tiyosiyanat belirlemiştir. Sütler arasında tiyosiyanat içeriği bakımından gözlenen bu farklılık muhtemelen hayvana yedirilen yemlerden ya da sütlerin farklı laktasyon dönemlerinde alınmasından kaynaklanmaktadır (BJÖRCK ve ark. 1979, REITER ve HÄRNULV 1894, REITER 1985, ZAPICO ve ark. 1991). LP-sisteminin aktivasyonu için süte katılan bileşiklerden H_2O_2 enzimatik reaksiyonda birkaç dakika içinde tüketilerek kalıntı oluşturmazken, tiyosiyanatın oksidasyonundan geriye kalan bir kısım SCN^- iyonları süte kalıntı oluşturmaktadır (KUMAR ve MATHUR 1994). Kalıntı SCN^- düzeyi süte katılan tiyosiyanat miktarına bağlı olup, miktar arttıkça sütteki kalıntı SCN^- içeriği de artış göstermektedir. Kalıntı SCN^- düzeyinin bilinmesi sütün hem teknolojik açıdan (OYSUN ve ALPKENT 1988, KUMAR ve MATHUR 1994, ATAMER ve ark. 1995, ODABAŞI 1998, GÜRSEL VE ATAMER 1998, ATAMER ve ark. 1999) hem de sağlık açısından herhangi bir risk taşıyıp taşımadığının gösterilmesi bakımından önem taşımaktadır.

Soğukta muhafaza edilen veya farklı koruma yöntemleri uygulanarak 20°C ve 35°C'de bekletilen keçi sütü örneklerinin 3 ve 15 saat sonundaki kalıntı SCN^- içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Soğukta veya Hidrojen Peroksit İlavesi ve LP Sistemi Aktivasyonu ile 20°C ve 35°C'de Muhafaza Edilen Keçi Sütlerindeki Kalıntı SCN^- Düzeyi (ppm)

| Sıcaklık | Muamele | Teorik olarak bulunması gereken değer | Bekletme süresi (saat) | |
|--------------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------|------|
| | | | 3 | 15 |
| 20°C | Kontrol | 10.7 | 10.7 | 10.7 |
| | Hidrojen peroksit | | | |
| | 100 ppm H_2O_2 | 10.7 | 3.0 | 3.4 |
| | 400 ppm H_2O_2 | 10.7 | 2.7 | 2.9 |
| | LP-sistemi | | | |
| | 20:20 ppm SCN^- : H_2O_2 | 30.7 (10.7+20) | 29.0 | 28.6 |
| | 60:60 ppm SCN^- : H_2O_2 | 70.7 (10.7+60) | 63.2 | 62.0 |
| 35°C | Kontrol | 10.7 | 10.6 | 10.3 |
| | Hidrojen peroksit | | | |
| | 100 ppm H_2O_2 | 10.7 | 3.2 | 3.4 |
| | 400 ppm H_2O_2 | 10.7 | 2.7 | 2.4 |
| | LP-sistemi | | | |
| | 20:20 ppm SCN^- : H_2O_2 | 30.7 (10.7+20) | 23.5 | 22.3 |
| | 60:60 ppm SCN^- : H_2O_2 | 70.7 (10.7+60) | 62.4 | 64.9 |
| Soğukta bekletme (4±1°C) | | | 10.9 | 10.5 |

¹⁾ Çizelgedeki değerler iki tekerrürün ortalamasıdır.

Soğukta (4°C) bekletilen keçi sütlerinin kalıntı SCN^- içeriği 15 saat sonunda önemli bir değişim göstermemiş, kontrol örneklerinden 20°C'de bekletilenler başlangıç değerini korumuş, 35°C'de saklanan sütlerde ise 15 saat sonunda hafif bir azalma saptanmıştır. Bu durum, sütün gelişen mikrobiyel florası içinde H_2O_2 üreten bakterilerin bulunabilmesi ve bunun sonucunda da sistemin yeniden aktifleşmesinin bir sonucu

olabilir (REITER ve HARNULV 1984). Farklı konsantrasyonlarda H_2O_2 ilavesiyle $20^\circ C$ ve $35^\circ C$ 'de bekletilen örneklerin tiyosiyanat içeriklerinde katılan hidrojen peroksit miktarındaki artışa paralel bir azalma meydana gelmiştir. Bu azalma, muhtemelen hidrojen peroksitin aynı zamanda LP-sisteminin bir bileşeni olmasına bağlı olarak sistemi aktive etmesi ve doğal tiyosiyanatın oksidasyonuna neden olmasındandır. Ancak, 15. saat sonunda farklı konsantrasyonlarda H_2O_2 katkılı sütlerdeki tiyosiyanat miktarlarının hemen hemen değişmeden kaldığı görülmüştür. LP-sistemi aktive edilen örneklerde tiyosiyanatın oksidasyonunun bir sonucu olarak (IDF 1988) SCN⁻ içeriklerinde bir azalma meydana gelmiş, depolama süresi sonunda kalıntı SCN⁻ düzeyi KUMAR ve MATHUR (1994) tarafından da belirlendiği gibi nisbeten stabil kalmıştır. Kalıntı SCN⁻ düzeyi fizyolojik sınırlar arasında değişim gösterdiğinden (DENSEN ve ark. 1967: IDF'den 1988, RUDEL ve ark. 1977: BJÖRCK ve ark'dan 1979) sağlık açısından toksik herhangi bir etki yaratmayacağı söylenebilir.

Çiğ sütün mikrobiyolojik kalitesinin tahmininde platform testlerinden sayılan Resazurin indirgeme testinden yararlanılmakta ve sütün işleme tarafından kabul edilip edilemeyeceği kısa sürede ortaya konabilmektedir. Bu amaçla, bir boya maddesi olan resazurinin redüktazlar tarafından indirgenmesi sırasında belirli bir süre içerisinde oluşan renkler, pratikte kolaylık sağlanması bakımından 6'dan 0'a kadar değişen bir aralıkta numaralandırılmış ve bu numaralara resazurin indeksi adı verilmiştir (SEZGİN 1981). Buna göre resazurin indeksi "6" olan bir süt koyu mavi rengini korurken, "0" olan süt, boyanın tamamen indirgenmiş durumda olması nedeniyle beyaz bir renk almaktadır. On dakikalık resazurin indirgeme testinde okunan değerler "4" ün altında olması o sütün işletmeler tarafından kabul edilemeyeceğini belirtmektedir (HARVEY ve HILL 1967). Türk Standartları Enstitüsü (TSE)'nün TS 1018 sayılı çiğ süt standardında da, Lovibond komparatörünün standart renkli camlarından oluşan renk skalasına göre, 1 saat sonunda resazurin indeksi 6-5 arasında bulunanlar (mavi rengini koruyanlar) ekstra, 4-3 arasında değişenler (erguvan ve koyu pembeye kadar açılanlar) I. sınıf, 2-1-0 arasında olanlar da (pembe veya beyaz renge çevrilenler) II. sınıf çiğ süt olarak sınıflandırılmıştır (TSE 1981).

Soğukta veya farklı koruma yöntemleri yardımıyla $20^\circ C$ 'de 15 saat süreyle bekletilen keçi sütlerinin 10 dakika ve 1 saat sonunda belirlenen resazurin indeks değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Soğukta veya Hidrojen Peroksit İlavesi ve LP Sistemi Aktivasyonu ile $20^\circ C$ de Bekletilen Keçi Sütlerinin 10 Dakika ve 1 Saatlik Resazurin İndeks Değerleri¹⁾

| Muamele | Bekletme süresi (saat) | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-----------------|---|---|---|---|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | 0 | | 3 | | 6 | | 9 | | 12 | | 15 | |
| | A ²⁾ | B ³⁾ | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B |
| Kontrol | 6 | 4 | 6 | 4 | 5 | 3 | 3 ^b | 0 ^d | 0 ^b | 0 ^e | 0 ^c | 0 ^c |
| Hidrojen peroksit | | | | | | | | | | | | |
| 100 ppm H_2O_2 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 ^a | 5 ^b | 6 ^a | 4 ^c | 6 ^a | 3 ^b |
| 400 ppm H_2O_2 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 ^a | 6 ^a | 6 ^a | 6 ^a | 6 ^a | 5 ^a |
| LP-sistemi | | | | | | | | | | | | |
| 20:20 ppm SCN ⁻ : H_2O_2 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 ^a | 5 ^b | 6 ^a | 4 ^c | 5 ^b | 0 ^c |
| 60:60 ppm SCN ⁻ : H_2O_2 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 ^a | 6 ^a | 6 ^a | 5 ^b | 6 ^a | 5 ^a |
| Soğukta bekletme ($4 \pm 1^\circ C$) | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 5.5 ^a | 2.5 ^c | 5.5 ^a | 2.5 ^d | 5.5 ^{ab} | 2.5 ^b |

¹⁾ Çizelgedeki değerler iki terörün ortalamasıdır.

^{2,3)} A = 10 dakikalık sonuçlar, B = 1 saatlik sonuçlardır.

a,b,c,d,e) Aynı sütünde farklı üst simgeyle gösterilen örnek ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Keçi sütünün farklı yöntemlerle muhafazası 6 saat süresince resazurin indeksi bakımından önemli bir farklılık yaratmamış ($p > 0.01$), 10 dakika ve 1 saatlik indeks değerleri başlangıçtaki değerlerle uyumlu bir değişim göstermiştir. Muhafazanın 9. ve 12. saatlerinde 10 dakikalık indeks değerleri bakımından örnekler arasında önemli bir farklılık belirlenmezken ($p > 0.01$), 1 saatlik test sonuçları soğukta muhafaza edilen keçi sütünde resazurin indeksinin diğer örneklerden önemli ($p < 0.01$) derecede küçük olduğunu ortaya koymuştur. Bunu hidrojen peroksitin ya da LP sisteminin düşük konsantrasyonları ile korunan örnekler izlemiştir.

Muhafazanın 15. saatinde en küçük indeks değeri LP sisteminin 20:20 ppm SCN⁻: H₂O₂ ilavesiyle aktifleştirildiği örnekte saptanmıştır. LP sisteminin 60:60 ppm SCN⁻: H₂O₂ ilavesiyle aktifleştirildiği örnek ise hidrojen peroksitin 400 ppm düzeyinde katıldığı örnekle aynı indeks değerine sahip olmuştur. Araştırma sonuçları BJÖRCK ve ark. (1979) ile KAMAU ve KROGER (1984)'in bulgularına benzerlik göstermiştir. SAVCI (1991) ise keçi sütleri ile yürüttüğü çalışmada 20:20 ppm SCN⁻: H₂O₂ katılarak 20°C'de bekletmenin 9. saatinde resazurin indeksinin "4"e düştüğünü, 12. saatte de sınır değerinin altında kaldığını saptamıştır. Bu bulgular, koruyucu sistemlerin antibakteriyel etki süresinin esasen sütün başlangıçtaki mikroorganizma içeriğine bağımlı değişiminin bir göstergesidir (REITER ve HÄRNULV 1982, MIJACEVIC ve ark. 1989). Soğukta bekletilen sütlerde, resazurin indeksinin yalnızca 6 saatlik bir süreyle sınır değerinde (4) kaldığı saptanmıştır. Bu sütlerde 15 saat süresince önemli bir asitlik gelişimi görülmemesine karşın, resazurin indeksinin 9. saatten itibaren diğer örneklere göre önemli (p<0.01) düzeyde düşüş göstermesi, KAMAU ve KROGER (1984)'in de belirttiği gibi, psikrotrof bakterilerin, özellikle *Pseudomonas*'ın varlığına işaret etmektedir. Adı geçen araştırmacılara göre, bu organizmaların metabolizmasının fermentatif olmaktan ziyade respiratör karakterli olması bunda rol oynamaktadır.

Soğukta veya farklı koruma yöntemleri yardımıyla 35°C'de 15 saat süreyle bekletilen keçi sütlerinin 10 dakika ve 1 saat sonunda belirlenen resazurin indeks değerleri de Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2. Soğukta veya Hidrojen Peroksit İlavesi ve LP Sistemi aktivasyonu ile 35°C'de Bekletilen Keçi Sütlerinin 10 Dakika ve 1 Saatlik Resazurin İndeks Değerleri¹⁾

| Muamele | Bekletme süresi (saat) | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-----------------|---|---|------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 0 | | 3 | | 6 | | 9 | | 12 | | 15 | |
| | A ²⁾ | B ³⁾ | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B |
| Kontrol | 6 | 4 | 5 | 0 | 0 ^c | 0 ^d | 0 ^c | 0 ^c | * ⁴⁾ | * ⁴⁾ | * ⁴⁾ | * ⁴⁾ |
| Hidrojen peroksit | | | | | | | | | | | | |
| 100 ppm H ₂ O ₂ | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 ^a | 4 ^c | 3 ^b | 0 ^c | 0 ^a | 0 ^c | * ⁴⁾ | * ⁴⁾ |
| 400 ppm H ₂ O ₂ | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 ^a | 6 ^a | 6 ^a | 6 ^a | 6 ^a | 6 ^a | 6 ^a | 4.5 ^a |
| LP-sistemi | | | | | | | | | | | | |
| 20:20 ppm SCN ⁻ : H ₂ O ₂ | 6 | 5 | 6 | 5 | 3.5 ^b | 0 ^d | 0 ^c | 0 ^c | * ⁴⁾ | * ⁴⁾ | * ⁴⁾ | * ⁴⁾ |
| 60:60 ppm SCN ⁻ : H ₂ O ₂ | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 ^a | 5 ^b | 6 ^a | 3 ^b | 0 ^a | 0 ^c | 0 ^b | 0 ^c |
| Soğukta bekletme (4±1°C) | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 ^a | 4 ^c | 5.5 ^a | 2.5 ^b | 5.5 ^a | 2.5 ^b | 5.5 ^a | 2.5 ^b |

1) Çizelgedeki değerler iki tererrürün ortalamasıdır.

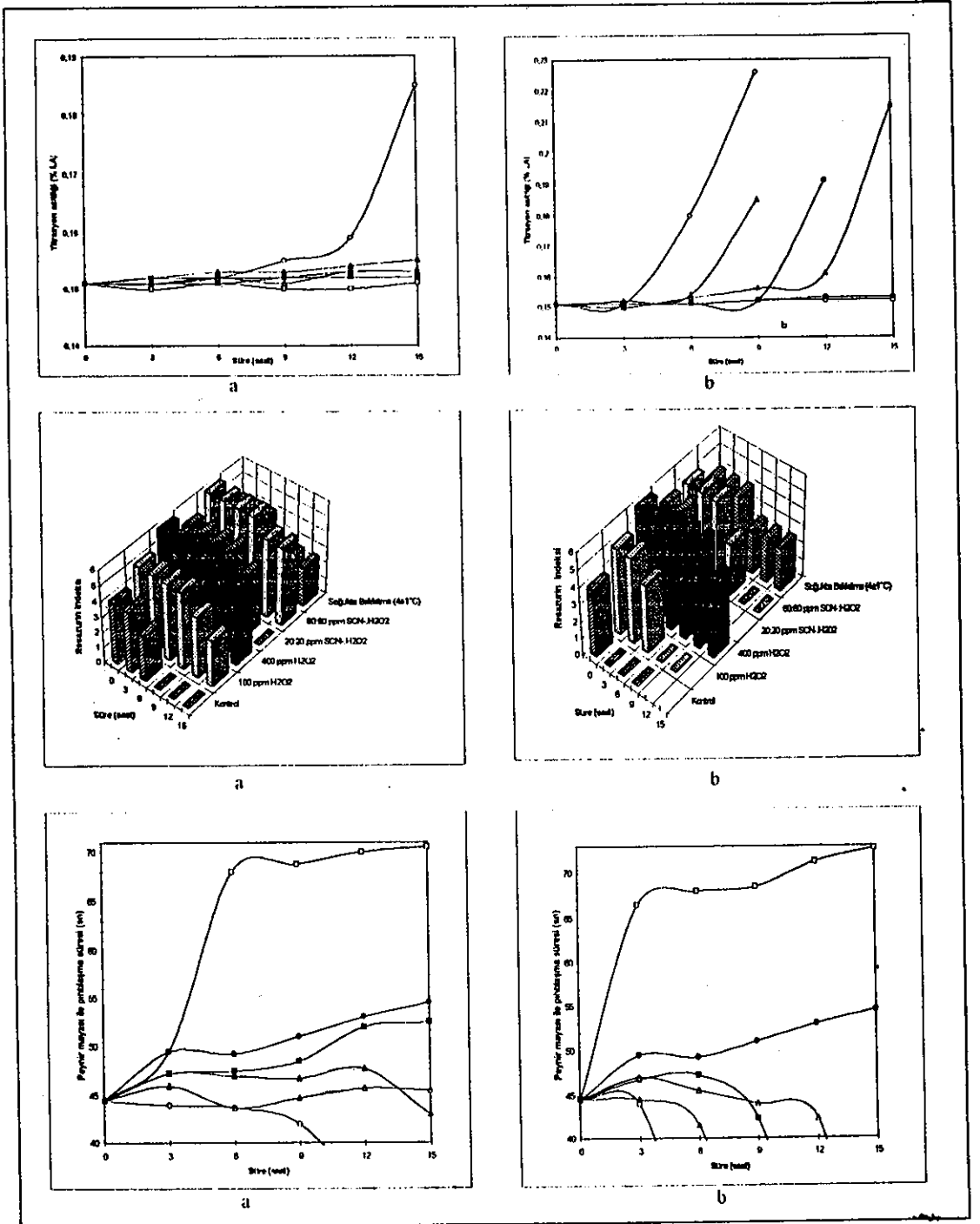
2,3) A = 10 dakikalık sonuçlar, B = 1 saatlik sonuçlardır.

4) * İşareti örnekler pıhtılaşma nedeniyle analiz edilememiştir.

a,b,c,d,e) Aynı sütünde farklı üst simgeyle gösterilen örnek ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur (p<0.01).

Süt örneklerinin gerek 10 dakika gerekse 1 saatlik test sonuçları, resazurin indeksinin 4'ün altına düşmeden 35°C'de 20:20 ppm SCN⁻: H₂O₂ ilavesiyle 3 saat, 100 ppm H₂O₂ ilavesiyle de 6 saat korunabileceğini göstermiştir. Süte 60:60 ppm SCN⁻: H₂O₂ ilavesi resazurin indeksinin 6 saat boyunca kabul edilebilir değerde kalmasını sağlarken, 400 ppm H₂O₂ ilavesi ile bu süre 15 saate kadar uzamıştır. Hidrojen peroksitin yüksek konsantrasyonda kullanımı ile, KAMAU ve KROGER (1984) tarafından da belirtildiği gibi, güçlü bir bakterisit etki sağlandığı anlaşılmaktadır. Bu durum, muhtemelen yüksek konsantrasyonda hidrojen peroksit ilavesine bağlı olarak, kalıntı hidrojen peroksit miktarının da yüksek olmasından ileri gelmektedir, çünkü hidrojen peroksitle sütün kalitesinin korunması ortamdaki kalıntı H₂O₂ miktarı ile ilişkilidir (LÜCK 1956, TENTONI ve ark. 1958; NAGUIB ve HUSSEIN'den 1972). Diğer taraftan, LP sisteminin koruyucu etkisinin 35°C'de hidrojen peroksitinkinden daha hızlı bir şekilde ortadan kalktığı anlaşılmaktadır. Bu bakımdan araştırma bulguları BJÖRCK ve ark. (1979) ve KAMAU ve KROGER (1984)'in bulguları ile benzerlik göstermektedir. KAMAU ve KROGER (1984)'e göre, 14°C, 20°C ve 30°C'de bekletilen sütlerde, hidrojen peroksitle güçlü bir bakterisit etkinin ardından yaratılan bakteriyostatik etki, LP sisteminde ancak 14°C'de sağlanabilmektedir.

Soğukta veya farklı koruma yöntemleri yardımıyla 20°C'de 15 saat süreyle bekletilen keçi sütlerinin titrasyon asitliklerine ilişkin değişimler Çizelge 3 ve Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Soğukta ve farklı koruyucu yöntemlerle 20°C veya 35°C'de muhafaza edilen keçi sütlerinin titrasyon asitliği, 1 saatlik resazurin indeksi ve peynir mayası ile pıhtılaşma süresindeki değişimler. a: Soğukta ve 20°C'de muhafaza edilen örneklerdeki değişimler, b: Soğukta ve 35°C'de muhafaza edilen örneklerdeki değişimler, Muameleler: ○ Kontrol; ■ 100 ppm H₂O₂; — 400 ppm H₂O₂; ▲ 20:20 ppm SCN⁻: H₂O₂; △ 60:60 ppm SCN⁻: H₂O₂; ◐ Soğukta bekletme (4±1°C)

Çizelge 3. Soğukta veya Hidrojen Peroksit İlavesi ve LP Sistemi Aktivasyonu ile 20°C'de Bekletilen Keçi Sütlerinin Titrasyon Asitliği Değerleri (% laktik asit)¹⁾

| Muamele | Bekletme süresi (saat) | | | | | |
|--|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| Kontrol | 0.151±0.00 | 0.151±0.00 | 0.152±0.00 | 0.155±0.00 | 0.159±0.00 | 0.185±0.00 |
| Hidrojen peroksit | | | | | | |
| 100 ppm H ₂ O ₂ | 0.151±0.00 | 0.152±0.00 | 0.152±0.00 | 0.152±0.00 | 0.152±0.00 | 0.152±0.00 |
| 400 ppm H ₂ O ₂ | 0.151±0.00 | 0.150±0.00 | 0.151±0.00 | 0.150±0.00 | 0.150±0.00 | 0.151±0.00 |
| LP-sistemi | | | | | | |
| 20:20 ppm SCN ⁻ : H ₂ O ₂ | 0.151±0.00 | 0.152±0.00 | 0.153±0.00 | 0.153±0.00 | 0.154±0.00 | 0.155±0.00 |
| 60:60 ppm SCN ⁻ : H ₂ O ₂ | 0.151±0.00 | 0.151±0.00 | 0.152±0.00 | 0.151±0.00 | 0.153±0.00 | 0.153±0.00 |
| Soğukta bekletme (4±1°C) | 0.151±0.00 | 0.151±0.00 | 0.151±0.00 | 0.152±0.00 | 0.153±0.00 | 0.153±0.00 |

1) Çizelgedeki değerler iki tekerrürün ortalamasıdır.

Çizelge 3 ve Şekil 1'den görüldüğü gibi, soğutulmuş buzdolabı sıcaklığında bekletilen örneklerle farklı koruma yöntemleri uygulanarak 20°C'de bekletilen keçi sütü örneklerinin titrasyon asitlikleri tüm bekletme periyotlarında birbirine yakın bulunmuştur. Kontrol örneğinde asitlik 9. saatten itibaren artış göstermeye başlamış, ancak istatistik analiz sonuçları örnekler arasında titrasyon asitliği bakımından belirlenen farklılığın önemsiz ($p>0.01$) olduğunu ortaya koymuştur.

Soğukta veya farklı koruma yöntemleri yardımıyla 35°C'de 15 saat süreyle bekletilen keçi sütlerinin titrasyon asitliklerine ilişkin değişimler de Çizelge 4 ve Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 4. Soğukta veya Hidrojen Peroksit İlavesi ve LP Sistemi Aktivasyonu ile 35°C'de Bekletilen Keçi Sütlerinin Titrasyon Asitliği Değerleri (% laktik asit)¹⁾

| Muamele | Bekletme süresi (saat) | | | | | |
|--|------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| Kontrol | 0.151±0.00 | 0.151±0.00 | 0.180±0.00 ^a | 0.226±0.00 ^a | * ²⁾ | * ²⁾ |
| Hidrojen peroksit | | | | | | |
| 100 ppm H ₂ O ₂ | 0.151±0.00 | 0.151±0.00 | 0.151±0.00 ^b | 0.152±0.00 ^c | 0.191±0.00 | * ²⁾ |
| 400 ppm H ₂ O ₂ | 0.151±0.00 | 0.151±0.00 | 0.151±0.00 ^b | 0.152±0.00 ^c | 0.152±0.00 | 0.152±0.00 |
| LP-sistemi | | | | | | |
| 20:20 ppm SCN ⁻ : H ₂ O ₂ | 0.151±0.00 | 0.152±0.00 | 0.154±0.00 ^b | 0.185±0.00 ^b | * ²⁾ | * ²⁾ |
| 60:60 ppm SCN ⁻ : H ₂ O ₂ | 0.151±0.00 | 0.150±0.00 | 0.153±0.00 ^b | 0.156±0.00 ^c | 0.161±0.00 | 0.215±0.00 |
| Soğukta bekletme (4±1°C) | 0.151±0.00 | 0.151±0.00 | 0.151±0.00 ^b | 0.152±0.00 ^c | 0.153±0.00 | 0.153±0.00 |

1) Çizelgedeki değerler iki tekerrürün ortalamasıdır.

2) * işareti örnekler pıhtılaşma nedeniyle analiz edilememiştir.

a,b,c) Aynı sütünde farklı üst simgeyle gösterilen örnek ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. ($P < 0.01$).

Çizelgeye göre, keçi sütleri arasında titrasyon asitliği bakımından ilk 3 saatte önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.01$). Muhafazanın 6. saatinde kontrol örneği en yüksek ($p<0.01$) asitlik değerine sahip olmuş, farklı yöntemlerle korunan örnekler arasında titrasyon asitliği bakımından belirlenen farklılık ise önemsiz bulunmuştur ($p>0.01$). LP sisteminin 20:20 ppm SCN⁻: H₂O₂ ilavesiyle aktifleştirilmesi keçi sütünde 9. saatten itibaren asitlik gelişimini önlemede yetersiz kalmış ve bu örnek 12. saatte pıhtılaşmıştır. Muhafazanın 12. saatinde pıhtılaşmadan kalan örnekler arasında en fazla ($p<0.01$) asitlik gelişimi hidrojen peroksitin 100 ppm düzeyinde katıldığı keçi sütünde meydana gelmiştir. Muhafaza süresinin sonunda yalnızca soğutma yoluyla ve 400 ppm H₂O₂ ilavesiyle korunan örneklerde asitliğin etkili bir şekilde engellenebileceği görülmüştür.

Çiğ süt kalitesinin bir süre bozulmadan kalmasını sağlayan yöntemlerin sütün daha sonra peynir veya yoğurt gibi ürünlere dönüştürülmesi sırasında ve son üründe yaratacağı olası etkiler teknolojik açıdan bilinmesi gerekli noktalar. Sütün peynir mayası ile pıhtılaşma süresi, starter kültür aktivitesi gibi parametreler bu bakımdan önemli göstergelerdir. Bu parametreleri olumsuz yönde etkileyen faktörler son üründe de

istenmeyen yapısal ve duyusal kusurlara yol açabilmektedir. O nedenle, mevcut araştırmada keçi sütünün en yaygın değerlendirme şekli olan peynire işlenebileceği varsayımından hareketle, koruyucu yöntemlerin maya ile pıhtılaşma süresi üzerinde yaratacağı etki de incelenmiştir.

Soğukta veya farklı koruma yöntemleri yardımıyla 20°C'de 15 saat süreyle bekletilen keçi sütlerinin peynir mayası ile pıhtılaşma sürelerinde saptanan değişimler Çizelge 5'de verilmiş, Şekil 1'de grafik halinde sunulmuştur.

Çizelge 5. Soğukta veya Hidrojen Peroksit İlavesi ve LP Sistemi Aktivasyonu ile 20°C'de Bekletilen Keçi Sütlerinin Peynir Mayası ile Pıhtılaşma Süreleri (sn)¹

| Muamele | Bekletme süresi (saat) | | | | | |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| Kontrol | 44.5±0.0 | 44.0±0.0 ^e | 43.8±0.3 ^c | 42.0±0.0 ^e | 33.8±0.3 ^e | 20.3±0.8 ^e |
| Hidrojen Peroksit | | | | | | |
| 100 ppm H ₂ O ₂ | 44.5±0.0 | 47.3±0.3 ^b | 47.5±0.5 ^{bc} | 48.5±0.5 ^c | 52.0±0.5 ^b | 52.5±0.5 ^b |
| 400 ppm H ₂ O ₂ | 44.5±0.0 | 49.5±0.3 ^a | 68.0±0.5 ^a | 68.8±0.3 ^a | 70.0±0.0 ^a | 70.5±0.0 ^a |
| LP-sistemi | | | | | | |
| 20:20 ppm SCN ⁻ : H ₂ O ₂ | 44.5±0.0 | 47.3±0.8 ^b | 47.0±0.5 ^{bc} | 46.8±0.3 ^{bc} | 47.8±0.8 ^c | 43.0±0.0 ^d |
| 60:60 ppm SCN ⁻ : H ₂ O ₂ | 44.5±0.0 | 46.0±0.5 ^{bc} | 43.8±0.8 ^c | 44.8±0.3 ^d | 45.8±0.3 ^d | 45.5±0.0 ^c |
| Soğukta bekletme (4±1°C) | 44.5±0.0 | 49.5±0.5 ^a | 49.3±1.8 ^b | 51.0±1.0 ^b | 53.0±0.0 ^b | 54.5±0.5 ^b |

1) Çizelgedeki değerler iki tekerrürün ortalamasıdır.

a,b,c,d,e) Aynı sütunda farklı üst simgeyle gösterilen örnek ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. (p < 0.01).

Peynir mayası ile en uzun (p<0.01) pıhtılaşma süresi tüm depolama dönemlerinde 400 ppm H₂O₂ ilavesiyle 20°C'de bekletilen süte saptanmıştır. Bunu soğukta muhafaza yöntemi izlemiştir. Diğer taraftan hidrojen peroksitin 100 ppm düzeyinde kullanımı da genellikle soğukta muhafazanın etkisine yakın bir etki sergilemiştir. LP sisteminin maya ile pıhtılaşma süresi üzerinde yarattığı etki kontrole göre ilk 6 saatte fazla önem taşımamış, ayrıca konsantrasyondaki artışa bağımlı bir etki de gözlenmemiştir. Fakat, 9. saatten itibaren gelişen asitlik nedeniyle kontrol örneği maya ile daha sürede pıhtılaşmıştır. LP sisteminin her iki konsantrasyonu 9. saate kadar maya ile pıhtılaşma süresi üzerinde 100 ppm hidrojen peroksitin etkisine eşdeğer bir etki yaratmıştır.

Soğukta veya farklı koruma yöntemleri yardımıyla 35°C'de 15 saat süreyle bekletilen keçi sütlerinin peynir mayası ile pıhtılaşma sürelerinde saptanan değişimler Çizelge 6 ve Şekil 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 6. Soğukta veya Hidrojen Peroksit İlavesi ve LP Sistemi Aktivasyonu ile 35°C'de Bekletilen Keçi Sütlerinin Peynir Mayası ile Pıhtılaşma Süreleri (sn)¹

| Muamele | Bekletme süresi (saat) | | | | | |
|--|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| Kontrol | 44.5±0.0 | 44.0±0.0 ^d | 22.0±0.5 ^e | 15.3±0.3 ^d | * ²⁾ | * ²⁾ |
| Hidrojen Peroksit | | | | | | |
| 100 ppm H ₂ O ₂ | 44.5±0.0 | 46.8±0.3 ^c | 47.3±0.3 ^c | 42.3±0.8 ^c | 16.0±0.5 ^d | * ²⁾ |
| 400 ppm H ₂ O ₂ | 44.5±0.0 | 66.5±0.5 ^a | 68.0±0.5 ^a | 68.5±1.0 ^a | 71.3±0.3 ^a | 72.8±0.5 ^a |
| LP-sistemi | | | | | | |
| 20:20 ppm SCN ⁻ : H ₂ O ₂ | 44.5±0.0 | 44.5±0.5 ^d | 41.5±0.5 ^d | 17.8±0.3 ^d | * ²⁾ | * ²⁾ |
| 60:60 ppm SCN ⁻ : H ₂ O ₂ | 44.5±0.0 | 47.0±0.0 ^c | 45.5±0.5 ^{cd} | 44.0±0.5 ^c | 45.3±0.3 ^c | 14.5±0.0 ^c |
| Soğukta bekletme (4±1°C) | 44.5±0.0 | 49.5±0.5 ^b | 49.3±1.8 ^b | 51.0±1.0 ^b | 53.0±0.0 ^b | 54.5±0.5 ^b |

1) Çizelgedeki değerler iki tekerrürün ortalamasıdır.

2) * işaretli örnekler pıhtılaşma nedeniyle analiz edilememiştir.

a,b,c,d,e) Aynı sütunda farklı üst simgeyle gösterilen örnek ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. (p < 0.01).

Çizelgeye göre, soğukta ya da hidrojen peroksit ilavesi ve LP sistemi aktivasyonu ile 35°C'de bekletilen örnekler arasında en uzun ($p < 0.01$) pıhtılaşma süresine yine H_2O_2 ilavesi neden olmuştur. Bu etki konsantrasyondaki artışla birlikte daha dikkate değer bulunmuştur. Hidrojen peroksidin 400 ppm düzeyinde kullanıldığı örnekten sonra en önemli etkiyi soğukta muhafaza yaratmıştır. LP sisteminin 60:60 ppm SCN^- : H_2O_2 ilavesiyle aktifleştirilmesi 9 saatlik süre içerisinde 100 ppm H_2O_2 kullanımına eşit bir etki yapmış, 20:20 ppm SCN^- : H_2O_2 ilavesi ise ilk 3 saatte kontrole göre önemli bir fark yaratmamıştır ($p > 0.01$).

Hidrojen peroksitle muamele edilen çiğ sütte konsantrasyondaki artışa bağlı olarak maya ile pıhtılaşma süresinin uzadığı başka araştırmacılar tarafından da bildirilmektedir (LÜCK ve JOUBERT 1955, YÖNEY ve ÖZTÜRK 1969, KIM ve LEE 1970, SANTHA ve GANGULI 1975, KAMAU ve KROGER 1984, GÖNÇ ve ark 1990, URAZ ve YILDIRIM 1995, ŞAHAN ve ark 1996). Bu etki kısmen hidrojen peroksidin β -kazeinin çözünürlüğünü artırmasından (FOX ve KOSIKOWSKI 1967) kısmen de proteinler üzerindeki oksidatif etkisinden kaynaklanabilmektedir (SANTHA ve GANGULI 1975, 1976, SCOTT 1981, KAMAU ve KROGER 1984). Soğukta uzun süre bekletilen sütlerde ise misellerden β -kazein, kalsiyum ve fosforun ayrılması sonucu misel stabilitesinde meydana gelen artış (PETERS ve KNOOP 1978, ALI ve ark 1980, LENOIR ve SCHNEID 1986) nedeniyle sütün peynir mayası ile pıhtılaşma süresi de uzamaktadır (YOUSSEFF ve ark 1975, EL-DEEB ve ark 1989, KOÇAK ve DEVRİM 1995). LP sistemi aktifleştirilen sütlerde ise kalıntı SCN^- , kazein üzerindeki katyon bağlanma bölgelerine bağlanarak enzim-kazein interaksyonunu engellemektedir (BRINGE ve KINSELLA 1986, DALGLEISH 1993).

H_2O_2 ilavesi ya da soğutma yoluyla korunan örneklerde muhafaza süresinin ilerlemesiyle pıhtılaşma süresi uzamıştır. LP sistemi aktivasyonu ile korunan örneklerde maya ile pıhtılaşma süresi ilk 3 saat içinde uzamış ya da değişmeden kalmış, daha sonra sıcaklık ve konsantrasyondaki artışa bağlı olarak yavaş bir hızla azalma göstermiştir. Yüksek sıcaklıkta ve düşük SCN^- : H_2O_2 konsantrasyonları ile asitlik gelişiminin yeterince engellenememesi önceki araştırmacıların da (OYSUN ve ÖZTEK 1988, GÖNÇ ve ark 1990, SAVCI 1991, YÜKSEL 1996, ÖZTÜRKLER 1996) belirlediği gibi bu sonuçlarda etkili olmuştur.

Soğutmanın veya farklı koruma yöntemleri yardımıyla 20°C'de 15 saat süreyle bekletmenin keçi sütlerinin termofilik starter kültürü ile inkübasyon sürelerinde yarattığı değişimler Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Soğukta veya Hidrojen Peroksit İlavesi ve LP Sistemi Aktivasyonu ile 20°C'de Bekletilen Keçi Sütlerinin İnkübasyon Sürelerindeki Değişimleri (dakika)¹

| Muamele | Bekletme süresi (saat) | | | | |
|------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| Kontrol | 217.5±4.5 ^l | 217.5±2.5 ^l | 220.5±1.5 ^b | 211.0±1.0 ^d | * ²⁾ |
| Hidrojen Peroksit | | | | | |
| 100 ppm H_2O_2 | 261.5±2.5 ^b | 270.0±5.0 ^{ab} | 239.5±6.5 ^b | 250.5±1.5 ^b | 239.0±0.5 ^a |
| 400 ppm H_2O_2 | 273.0±0.0 ^a | 282.5±2.5 ^a | 287.0±1.0 ^a | 268.5±1.5 ^a | 238.0±3.0 ^a |
| LP-sistemi | | | | | |
| 20:20 ppm SCN^- : H_2O_2 | 238.5±0.5 ^c | 255.5±0.5 ^a | 239.5±7.5 ^b | 212.0±1.0 ^l | 208.0±1.5 ^c |
| 60:60 ppm SCN^- : H_2O_2 | 205.5±0.5 ^c | 260.0±0.0 ^{bc} | 239.0±6.0 ^b | 216.0±1.0 ^l | 206.0±1.5 ^c |
| Soğukta bekletme (4±1°C) | 221.5±1.5 ^l | 222.5±2.5 ^l | 230.5±0.5 ^b | 223.0±3.0 ^c | 220.5±0.5 ^b |

1) Çizelgedeki değerler iki tekririn ortalamasıdır.

2) * İşaretili örnekler pıhtılaşma nedeniyle analiz edilememiştir.

a,b,c,d,e Aynı sütünde farklı üst simgeyle gösterilen örnek ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. ($p < 0.01$).

Keçi sütünün soğutulması ya da farklı yöntemlerle 20°C'de bekletilmesi inkübasyon süresinde önemli ($p < 0.01$) bir etki yapmıştır. Bu bakımdan en önemli farklılığı tüm muhafaza dönemlerinde hidrojen peroksit ile korunan örnekler yaratmıştır. LP sisteminin aktivasyonu sütün soğukta muhafazasına göre 3. ve 6. saatlerde inkübasyon süresinde daha fazla uzamaya yol açarken 9. saatte soğutma ile LP sistemi aktivasyonu arasında inkübasyon süresi bakımından önemli bir farklılık görülmemiştir. Muhafazanın daha sonraki dönemlerinde LP sisteminin antibakteriyel etkisinin azalmasına bağlı olarak bu örneklerin inkübasyonu soğukta muhafaza edilen örneğe göre daha kısa sürede tamamlanmıştır.

Soğutmanın veya farklı koruma yöntemleri yardımıyla 35°C'de 15 saat süreyle bekletmenin keçi sütlerinin starter kültürü ile inkübasyon sürelerinde meydana getirdiği değişimler de Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Soğukta veya Hidrojen Peroksit İlavesi ve LP Sistemi Aktivasyonu ile 20°C'de Bekletilen Keçi Sütlerinin İnkübasyon Sürelerindeki Değişimleri (dakika)¹

| Muamele | Bekletme süresi (saat) | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|
| | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| Kontrol | 202.0±6.0 ^d | 202.0±2.0 ^e | * ²⁾ | * ²⁾ | * ²⁾ |
| Hidrojen Peroksit | | | | | |
| 100 ppm H ₂ O ₂ | 247.5±0.5 ^b | 262.5±4.5 ^b | 240.0±6.0 ^b | * ²⁾ | * ²⁾ |
| 400 ppm H ₂ O ₂ | 277.5±5.5 ^a | 278.5±1.5 ^a | 273.5±1.5 ^a | 254.5±2.5 | 244.5±0.5 |
| LP-sistemi | | | | | |
| 20:20 ppm SCN ⁻ : H ₂ O ₂ | 237.5±0.5 ^{b,c} | 232.5±2.5 ^{a,d} | * ²⁾ | * ²⁾ | * ²⁾ |
| 60:60 ppm SCN ⁻ : H ₂ O ₂ | 213.5±7.5 ^d | 241.5±1.5 ^c | 234.0±2.0 ^b | * ²⁾ | * ²⁾ |
| Soğukta bekletme (4±1°C) | 221.5±1.5 ^{a,d} | 222.5±2.5 ^d | 230.5±0.5 ^b | 223.0±3.0 | 220.5±0.5 |

1) Çizelgedeki değerler iki tekerrürün ortalamasıdır.

2) * İşaretili örnekler pıhtılaşma nedeniyle analiz edilememiştir.

a,b,c,d,e) Aynı sütünde farklı üst simgeyle gösterilen örnek ortalamaları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. (p <0.01).

Çizelgeden görüldüğü gibi, bu sıcaklık derecesinde termofilik kültür ile inkübasyon sürelerinde saptanan değişimler bir önceki değişimlere benzerlik göstermiştir. Elde edilen sonuçlardan, süte H₂O₂ ilavesinin starter kültür aktivitesinde diğer koruyucu yöntemlerden daha önemli (p<0.01) derecede azalmaya yol açtığı ve bu etkinin artan konsantrasyona bağımlı bir değişim gösterdiği anlaşılmaktadır. LP sisteminin starter kültür aktivitesi üzerine etkisi konsantrasyona bağlı bir değişim göstermemiş, bu bakımdan araştırma sonuçları ROGINSKI ve ark (1984 a,b)'nın bulgularına uyum sağlamıştır. Diğer taraftan, LP sisteminin kültür aktivitesi üzerindeki bu olumsuz etkisi hidrojen peroksitinkinden daha kısa sürede ortadan kalkmıştır.

SONUÇ

Soğutma ve soğukta muhafaza olanaklarının bulunmadığı koşullarda hidrojen peroksitin ilavesi ya da LP sisteminin aktivasyonu keçi sütünde asitlik gelişiminin engellenebilmesi ve sütün işletmelere ulaştırılınca kadar niteliklerini koruması açısından alternatif yöntemler olarak kabul edilebilir. Oda sıcaklığı koşullarında anılan koruma sistemlerinin düşük konsantrasyonları ile mikrobiyel faaliyet etkili bir şekilde önlenirken, sıcaklık derecesi yükseldiğinde koruma sistemlerinin yüksek konsantrasyonlarına gerek duyulmakta, ayrıca hidrojen peroksit ile bakterisit faz LP sistemine göre daha fazla uzatılabilmektedir. Ancak, hidrojen peroksitin özellikle 100 ppm'den yüksek konsantrasyonlarda kullanımı sütün peynir mayası ile pıhtılaşma süresi ve starter kültür aktivitesi üzerinde olumsuz etki yarattığından peynir ya da yoğurda işlenecek keçi sütünün LP sistemi aktivasyonu ile korunmasının daha uygun olacağı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- AGNIHOTRI, M.K., PRASAD, V.S.S. 1993. Biochemistry and processing of goat milk and milk product. Small Ruminants Research, 12; 151-170. ALI, E.A., ANDREWS, A.T., CHEESEMAN, G.C. 1980. Influence of storage of milk on casein distribution between the micellar and soluble phases and relationship cheesemaking parameters. J. Dairy Res. 7: 371-382.
- ANONYMOUS. 1997. Production Yearbook. Production FAO Statistics series. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- ANOYMOUS. 1958. Report on meeting experts on the use of hydrogen peroxide and other preservatives in milk. Dairy Sci. Abstr. 20: 653.
- ATAMER, M., KOÇAK, C., ÇİMER, A., ODABAŞI, S., TAMUÇAY, B., YAMANER, N. 1999. Some quality characteristics of Kaşar cheese manufactured from milk preserved by activation of lactoperoxidase/thiocyanate/hydrogen peroxide (LP) system. Milchwissenschaft, 54: 553-556.

- ATAMER, M., ÖZER, B., GÜLER, Z. 1995. Laktoperoksidaz/tiyosiyanat/hidrojen peroksit aktivasyonu ile korunmuş sütlerden üretilen yoğurtların bazı nitelikleri üzerine araştırma. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Yoğurt. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 548, s. 332-341.
- BJÖRCK, L. 1987. Preservation of milk by chemical means. In: "Dairy Development in East Africa". Bulletin of the International Dairy Federation No 221. Brussels, pp. 57-61.
- BJÖRCK, L., CLAESON, O., SCHULTHESS, W. 1979. The lactoperoxidase/thiocyanate/hydrogen peroxide system as a temporary preservative for raw milk in developing countries. *Milchwissenschaft*, 34, 726-729.
- BRINGE, N.A., KINSELLA, A. 1986. Inhibition of cytosin and the coagulation of K-casein micelles by anions. *J. Dairy Sci.*, 69: 965-970.
- DALGLEISH, D.G. 1993. The enzymatic coagulation of milk. In: "Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology". Vol. I Ed. P.F. Fox. Elsevier Applied Sci., London/New York. pp. 69-100.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., GÜRBÜZ, F. 1983. İstatistik Metodları-1. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 861. Ders Kitabı, Ankara, s. 1-229.
- EL-DEEB, S.A., HASSAN, H.N. 1989. Effect of cold storage on physico-chemical properties of goat's and ewe's milk. *Asian J. Dairy Res.*, 8; 29-34.
- FOX, F.P., KOSIKOWSKI, F.V. 1967. Some effects of hydrogen peroxide on casein and its implications in cheesemaking. *J. Dairy Sci.*, 50:1183-1188.
- GÖNÇ, S., AKBULUT, N., KINIK, Ö., KARAGÖZLÜ, C. 1990. Çiğ sütün hidrojen peroksit ile laktoperoksidaz sistemi aktive edilerek dayanıklı hale getirilmesi üzerine bir araştırma. *E.Ü.Z.F. Dergisi*, 27; 99-109.
- GÜRSEL, A., ATAMER, M. 1998. Some textural characteristics of yoghurts made from LP-system treated milk. In: "Texture of Fermented Milk Products and Dairy Desserts,". Proceedings of the IDF Symposium held in Vicenza, Italy, 5-6 May 1997. Publ. International Dairy Federation. 41, Square Vergote, B-1030 Brussels, Belgium. pp. 139-146.
- GÜRSEL, A., ATAMER, M., ODABAŞI, S., TAMUÇAY, B. 1996. A study on the use of lactoperoxidase system for the preservation of goat milk. In: "Production and Utilization of Ewes and Goats Milk". Proceedings of the IDF/Greek National Committee of IDF/Cirval Seminar held in Crete (Greece), 19-21 October 1995. Publ. International Dairy Federation. 41, Square Vergote, B-1030 Brussels, Belgium. p. 270.
- HARVEY, C., HILL, H. 1967. *Milk Production and Control*. Lewis Co. Ltd. London. Fourth Ed. 711 p.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF). 1988. Code of Practice for Preservation of Raw Milk by Lactoperoxidase System. Bulletin of the International Dairy Federation No: 234. Brussels, Belgium. 15 p.
- KAMAU, D.N., KROGER, M. 1984. Preservation of raw milk by treatment with hydrogen peroxide and by activation of the lactoperoxidase (LP) system. *Milchwissenschaft*, 39; 658-661.
- KIM, Y.J., LEE, C.K. 1970. Studies on milk preservation. II. Preservation of raw milk by addition of hydrogen peroxide. *Dairy Sci. Abstr.*, 33; 905.
- KOÇAK, C., DEVRİM, H. 1995. Bazı parametrelerin inek, koyun, keçi sütlerinin pıhtılaşma yeteneği üzerine etkisi. *Gıda*, 19; 125-129.
- KUMAR, S., MATHUR, B.N. 1994. Residual thiocyanate levels in milk preserved by LP-system and in products made from preserved milk. *Indian J. Dairy Sci.*, 47 (5): 406-408.
- LENOIR, J., SCHNEID, N. 1986. The coagulability of milk by rennet. In: "Cheesemaking. Science and Technology". Ed. A. Eck. Lavoisier Publ. Inc., New York. pp 139-149.
- LÜCK, H. 1956. The use of hydrogen peroxide as a dairy preservative. *Dairy Sci. Abstr.*, 18(5): 363-386.
- LÜCK, H., JAUBERT, F.J. 1955. Experiments on H₂O₂-treated milk. Part II. Effects on milk proteins. *Milchwissenschaft*, 10; 370-375.
- MANFREDINI, M., MASSARI, M. 1989. Small ruminant milk. Technological aspects: Storage and processing. *Options Mediterraneennes-Serie Seminaires*, no 6:191-198.
- MIJACEVIC, Z., OTENHAJMER, I., IVANOVIC, D. 1989. The antimicrobial effect of the lactoperoxidase thiocyanate-hydrogen peroxide system in milk. *Dairy Sci. Abs.*, 52:207.
- NAGUIB, K.H., HUSSEIN, L. 1972. The effect of hydrogen peroxide on the bacteriological quality and nutritive value of milk. *Milchwissenschaft*, 27: 758-762.
- ODABAŞI, S. 1988. Laktoperoksidaz/tiyosiyanat/hidrojen peroksit sisteminin aktivasyonu ile korunmuş sütlerden üretilen Beyaz peynirlerin bazı kalite özellikleri üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı, s. 74.
- OYSUN, G., ALPKENT, Z. 1988. Laktoperoksidaz/tiyosiyanat/hidrojen peroksit sistemi aktivasyonunun Beyaz peynirin bazı nitelikleri üzerine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniv. Z.F. Dergisi*, 3: 177-194.
- OYSUN, G., ÖZTEK, L. 1988. Laktoperoksidaz/tiyosiyanat/hidrojen peroksit sistemi aktivasyonu ile çiğ sütün muhafazası. *Ondokuz Mayıs Üniv. Z.F. Dergisi*, 3; 65-81.

- ÖZTÜRKLER, B. 1996. Koyun sütünün farklı yöntemlerle muhafazası. Yüksek Lisans Tezi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı., s. 82.
- PETERS, K.H., KNOOP, A.M. 1978. Structure alterations in rennet coagulum and cheese curd in cheesemaking from deep-cooled milk. *Milchwissenschaft*, 33:77-81.
- RASIC, J.L., KURMANN, J.A. 1978. Yoghurt-Scientific Grounds. Technology, Manufacture and Preparations. Technical Dairy Publ. House, Jyllingevej 39, DK-2720 Vanlose, Copenhagen, Denmark. p. 427.
- REITER, B., HÄRNULV, G. 1982. The preservation of refrigerated and uncooled milk by its natural lactoperoxidase system. *Dairy Industries Int.*, 47; 13-19.
- REITER, B., HÄRNULV, G. 1984. Lactoperoxidase antibacterial system: Natural occurrence, biological functions and practical applications. *J. Food Protec.* 47; 724-732.
- REITER, B. 1985. The biological significance and exploitation of the non-immunoglobulin protective proteins in milk: Lysozyme, lactoferrin, lactoperoxidase, xanthine oxidase. In: "Protective Proteins in Milk-Biological Significance and Exploitation". Bulletin of the International Dairy Federation No 191. Brussels, Belgium. p. 35.
- ROGINSKI, H., BROOME, M.C., HICKY, M.W. 1984a. Non-phage inhibition of group N streptococci in milk. I, The incidence of inhibition in bulk milk. *Dairy Sci. Abstr.*, 46; 866.
- ROGINSKI, H., BROOME, M.C., HUNGERFORD, D., HICKY, M.W. 1984b. Non-phage inhibition of group N streptococci in milk. II. The Effects of some inhibitory compounds. *Dairy Sci. Abstr.*, 46; 867.
- RYAN, F.B., JOINER, B.L., RYAN, T.A. 1985. Minitab Handbook. Second Edition. Psw-Kent Publishing Company. Boston. p. 386.
- SANTHA, I.M., GANGULI, N.C. 1976. Myriad uses of hydrogen peroxide in dairy industry. *J. Food Sci. Technol.*, 13; 1-5.
- SANTHA, I.M., GANGULI, N.C. 1975. Preservation of milk with hydrogen peroxide. Part II. Physico-chemical changes in milk with respect to rennet action. *Indian J. Dairy Sci.*, 28; 267-272.
- SAVCI, Z. 1991. Değişik tür çiğ sütlerin dayanıklılığının artırılmasında laktoperoksidaz sisteminden yararlanma olanakları üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı., s. 131 (Basılmamıştır)
- SCOTT, R. 1981. Cheesemaking Practise. Elsevier Applied Sci. Pbl. Ltd. England. p. 475.
- SEAMAN, A. 1963. Bacteriology. for dairy students. Claver-Hume Press Ltd., London. p. 202.
- SEZGİN, E. 1981. İçme sütü teknolojisi. İçindedir: "Süt ve Mamulleri Teknolojisi3. Segem Sınai Eğitim ve Geliştirme Merkezi Genel Müdürlüğü Yayın No: 103, Ankara-Çankırı. s. 291.
- ŞAHAN, N., KONAR, A., KLEEBERGER, A. 1996. Sütün bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerine bazı ısıtma işlemlerin ve hidrojen peroksit katılmasının etkisi. *Tr. J. Agric. Forestry*, 20; 1-7.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ (T.S.E.) 1981. Çiğ süt. TS 1018. Ankara.
- URAZ, T., YILDIRIM, M. 1995. Hidrojen peroksit ile korunmuş sütlerin ve bu sütlerden elde edilen peyniraltı sularının bazı nitelikleri üzerine araştırmalar. *Tr.J. Agric. Forestry*, 19; 407-415.
- YOUSSEF, A., M., SALAMA, F.A., EL-DEEB, S.A. 1975. Effect of storage on the physico-chemical properties of cow and buffalo milk used for cheese manufacture. *Egyptian J. Dairy Sci.*, 3; 113-122.
- YÖNEY, Z., ÖZTÜRK, A. 1969. Hidrojen peroksitle muamele edilen çeşitli sütlerin bazı biyolojik ve teknolojik nitelikleri üzerinde araştırmalar. A.Ü.Z.F. Yıllığı. A.Ü. Basımevi, 19, 777-802.
- YÜKSEL, Ö. 1996. İnek sütünün farklı yöntemlerle muhafazası. Yüksek Lisans Tezi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı. s. 82.
- ZAPICO, P., GAYA, P., DEPAZ, M., NUNEZ, M., MEDINA, M. 1991. Influence of breed, animal and days of lactation on Lactoperoxidase system components in goat milk. *J. Dairy Sci.*: 74: 783-787.